

Les impacts du changement climatique sur la viticulture : une vision européenne.

Schultz H.R.

Hochschule Geisenheim University, von Lade Str. 1, D-65366 Geisenheim, Allemagne
Email: praesident@hs-gm.de

Résumé : Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC 2014), le réchauffement climatique engendrera une augmentation de la température de l'air en Europe centrale et occidentale, comprise entre 2.5 et 5°C d'ici la fin du siècle. Les modèles climatiques prévoient une augmentation du régime des précipitations pendant l'hiver, conséquence d'une accélération du cycle hydrologique au niveau de l'Europe. Cette augmentation sera associée à un déficit en été pour la majorité des territoires. Les températures plus élevées induiront de plus fort taux d'évaporation du sol et des plantes, ce qui devrait augmenter la fréquence et la sévérité des épisodes de sécheresse et provoquer des effets négatifs sur le rendement et la qualité de la récolte. Cependant, le GIEC 2014 ainsi qu'une étude de Shär et al. (2004) prédisent une forte augmentation de la variation des scénarios de température qui seront très hétérogènes à travers l'Europe d'un point de vue spatial et temporel. Etant donné que les variations de température entraîneront des variabilités dans les événements pluvieux, les régions viticoles européennes seront soumises à des conditions très différentes selon leur localisation géographique, le millésime et la période de l'année. Dans certains cas, une sévère perturbation de l'équilibre existant entre les cépages, les vignobles et les sols, les pratiques culturales et le climat est attendue. Les changements prédits pourront parfois être bénéfiques pour le produit final. Les conséquences possibles pour la viticulture dans différentes régions en termes de pratiques culturales de composition du vin, sont discutées à travers cet article.

Introduction générale

Les fluctuations de température sur terre ont toujours été fortement corrélées à la concentration en CO₂ de l'atmosphère (effet de serre). Cette concentration reste stable autour de 270 ppm depuis 5 siècles (Ehleringer et Cerling 1995), avec des variations maximales observées entre 180 et 300 ppm ces 420.000 dernières années (Petit *et al.*, 1999). Depuis l'époque préindustrielle, la concentration atmosphérique en CO₂ a augmenté de presque 50%, pour atteindre aujourd'hui environ 400 ppm. D'autres gaz à effet de serre comme l'oxyde nitreux, le méthane, les halos carbonés et l'ozone troposphérique participent au renforcement du phénomène à hauteur de 70-90 ppm d'équivalent CO₂. Le mélange de l'ensemble des gaz à effet de serre dits actifs contribue ainsi à 470-490 ppm d'équivalent CO₂. Si les taux d'émission du CO₂ continuent d'augmenter, l'équivalent CO₂ doublera d'ici le 3^{ème} quart de siècle malgré les nombreuses incertitudes sur les émissions des pays industrialisés, des pays en voie de développement, l'efficacité des mesures de contrôle et la capacité d'absorption des végétaux terrestres et marins. Un impact fort sur les écosystèmes agricoles et naturels est attendu dans les prochaines années (Long *et al.*, 2004). L'effet de l'augmentation de la concentration en CO₂ sur la vigne apparaît similaire à celui observé sur d'autres plantes annuelles et pérennes : augmentation de la photosynthèse, de la production de biomasse, meilleure utilisation de l'eau (Bindi *et al.*, 1996; Griffin et Seeman, 1996; Bindi *et al.*, 2001, Salazar-Parra *et al.*, 2012), associé parfois à une réduction du poids des baies (Bindi et Fibbi 1998). Dans le cadre d'une expérimentation à court terme menée en plein champ sur des feuilles de Riesling exposés à des niveaux de CO₂ deux fois supérieurs, le taux d'évapotranspiration n'a pas été modifié malgré une meilleure utilisation de l'eau. Il est communément admis qu'une exposition sur le long terme à de fortes concentrations en CO₂ réduira la conductance stomatique d'environ 25% et ainsi la transpiration. Cependant, la stimulation directe de la croissance et du développement végétatif de la plante induite par le CO₂, compensera probablement les gains dans l'utilisation de l'eau.

En termes de relations plante-eau, les effets indirects d'une augmentation en CO₂ - le principal gaz contributeur à l'effet de serre - à travers son implication dans le réchauffement climatique sont aussi d'importantes préoccupations. Les prédictions des effets du réchauffement climatique sur la température de l'air d'ici la fin du siècle pour l'Europe occidentale et Centrale, dépendent des futures émissions industrielles et varient entre 2.5 et 5°C (GIEC 2014). Les changements dans les quantités totales de précipitations et leur distribution annuelle sont moins fiables et plus difficiles à prévoir. Globalement, la moyenne des concentrations en vapeur d'eau, les taux

d'évaporation et de précipitations vont tous potentiellement augmenter mais avec une forte variabilité régionale (Cubash *et al.*, 2001 dans Houghton *et al.*, 2001). Des observations récentes réalisées dans différents secteurs témoignent d'une diminution générale de l'évapotranspiration. Ce déclin est principalement imputable à une baisse de l'humidité du sol, ce qui prouve la complexité du problème. L'augmentation des précipitations ne sera pas suffisante pour équilibrer l'augmentation de l'évaporation potentielle due dans la plupart des cas à une augmentation des températures, ce qui engendrera d'importantes pertes d'humidité du sol. Des analyses récentes réalisées à partir de plusieurs modèles de circulation globale (GIEC 2001, 2007 et 2014) ont mis en évidence un dessèchement des masses continentales, avec un effet plus prononcé dans le Sud de l'Europe et en Afrique du nord. En regardant de plus près les publications de Schär *et al.* (2004), et les simulations du GIEC 2007 et 2014, on peut constater qu'un autre scénario est sous-estimé au regard de son impact sur l'agriculture et la viticulture en particulier. Ces prédictions montrent que la variabilité de température augmentera considérablement au sein de certaines régions viticoles d'Europe.

Compte tenu du fait que cette variation de température affectera aussi le cycle hydrologique, les régimes, la fréquence et la durée des précipitations deviendront de plus en plus variables. Dans un contexte européen, l'augmentation de la température en accord avec l'amplitude et la variabilité attendues, auront de graves incidences pour la viticulture notamment en ce qui concerne les relations plante/eau. Etant donné que traditionnellement la plupart des vignobles ne sont pas irrigués en Europe, l'un des défis pour le futur sera de fournir aux structures viticoles les moyens pour mettre en place l'irrigation et d'accéder à l'eau. Le manque de disponibilité de la ressource peut s'avérer un obstacle majeur pour de nombreux vignobles situés dans des zones tempérées. Parallèlement, pour les territoires où une importante variabilité temporelle et spatiale de température et de précipitations est attendue, l'adaptation se fera via le recours à l'irrigation et la mise en œuvre de couverts végétaux capables d'absorber lors d'événements pluvieux extrêmes, les surplus d'eau.

Implication et adaptation potentielle du développement de la vigne et de la composition des vins

La diversité des vignobles, des conditions climatiques, des types de sols à travers l'Europe est tellement vaste qu'une stratégie unique

d'adaptation n'est pas envisageable. Dans de nombreux cas de figure, l'équilibre entre le vignoble, le climat, le sol, le cépage et les pratiques culturales qui a parfois mis des siècles à s'instaurer sera perturbé.

Les vignobles de type méditerranéen : Ces vignobles situés au Portugal, en Espagne, dans le sud de la France, en Italie et en Grèce, vont faire face à un changement important dans le régime de leurs précipitations. Des systèmes devront être mis en place afin de stocker les eaux pluviales hivernales, en particulier pour les zones côtières. En effet, les étés deviendront plus secs et les ressources en eau de plus en plus limitées même si l'irrigation via l'eau de montagne sera possible. Des couverts végétaux pourront être utilisés au cours de l'hiver, pour stocker l'eau, l'azote et lutter contre l'érosion. Dans certains vignobles, l'irrigation deviendra une nécessité pour assurer la production. Afin de préserver la ressource en eau, il est nécessaire de développer les techniques de mulch et des porte-greffes résistants à la sécheresse. Les modes de conduites devront être adaptés pour minimiser l'interception de la lumière et limiter l'évapotranspiration. Les variations de températures étant faibles, des stratégies à long terme doivent être mises en place. En fonction des cépages, certains vignobles pourront perdre leur capacité à produire des vins de qualité (Figure 1). Ce manque sera seulement en partie compensé grâce à la mise en oeuvre de nouvelles méthodes de production et techniques œnologiques. Ces vignobles seront les plus menacés d'autant plus que les infrastructures viticoles ne sont pas capables d'apporter de l'eau à l'endroit et au moment où celle-ci est nécessaire.

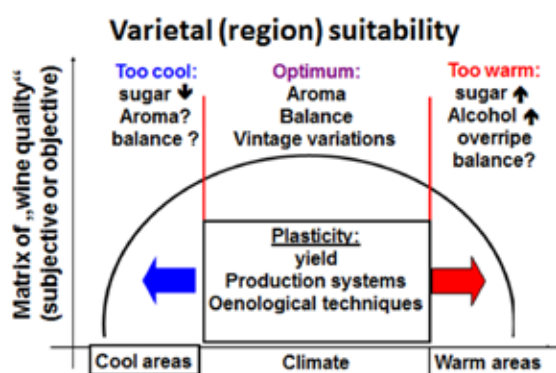


Figure 1 : Présentation schématique du développement de la qualité du vin en lien avec l'évolution climatique sur une région et un cépage donnés. La capacité à produire un vin de qualité dans une région particulière a toujours dépendu de l'équilibre entre ces attributs et du respect des méthodes de culture. Si les conditions naturelles évoluent dans le futur, l'équilibre peut dépasser cet optimum.

Les vignobles au climat tempéré : Une partie de ces vignobles connaîtra des conditions très variables en fonction des millésimes avec une tendance globale au réchauffement. Si le régime des précipitations suit cette variabilité, les conséquences pourront s'avérer très problématiques. Certains vignobles ont jusque-là bénéficié du réchauffement (Figure 1), et se rapprochent de conditions de culture de la vigne optimales. Cependant, les conditions chaudes et humides pendant la période de maturation des raisins prévues par certains scénarios pourraient nuire fortement aux cépages traditionnels. La flexibilité sera alors un enjeu fort, particulièrement lorsque les périodes de sécheresse et de fortes précipitations se succéderont, temporellement et d'un point de vue spatial. Dans ces conditions, l'irrigation et les couverts végétaux deviendront indispensables, afin de limiter la compétition en eau entre les plantes lors des périodes sèches et aussi pour limiter l'érosion, le ruissellement et augmenter le taux d'infiltration lors d'épisodes pluvieux. L'autre challenge sera de faire face à des maladies émergentes partiellement connues, qui menaceront le développement de la vigne et la qualité des raisins. Ces effets compositionnels, qui pourront affecter de manière négative les caractéristiques du vin, sont fortement attendus sur

les cépages blancs. Ces derniers qui sont plutôt adaptés à des conditions climatiques fraîches, possèdent une plasticité limitée (Figure 1) (Jones 2006).

Les vignobles en forte pente : On retrouve des vignes en forte pente dans tous les vignobles européens. La principale menace qui plane sur ces vignobles est souvent d'ordre économique et est liée au peu ou à l'absence de mécanisation. Ces vignobles qui font partie intégrante des paysages, sont souvent spectaculaires. Certains sont inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO et constituent une source d'attraction touristique significative. En fonction des scénarios d'évolution du climat, ces vignobles feront face à des problèmes que les autres sites viticoles ne subiront qu'à faible intensité. A titre d'exemple, même si la quantité totale de précipitation ne sera pas modifiée au cours de la saison, chaque épisode pluvieux deviendra plus fort en intensité, ce qui provoquera une perte nette en eau d'infiltration. Ce phénomène sera d'autant plus marqué que les sols seront travaillés, comme c'est souvent le cas en zone sèche pour éviter la concurrence entre les adventices et la vigne. Les problèmes d'érosion, de lessivage de l'azote seront amplifiés et dans certaines zones, les captages d'eau potable seront menacés. Lorsque des couverts végétaux seront mis en place pour réduire le ruissellement et l'érosion, ils seront susceptibles d'exercer une compétition pour les ressources, et d'affecter négativement la qualité du vin (ie Maigre *et al.*, 1995). L'enjeu pour ces vignobles sera également l'approvisionnement en eau à certain stade clés du développement de la vigne. Cet approvisionnement pourra être très délicat à assurer en fonction des sites, des distances pour acheminer l'eau et de l'énergie nécessaire. Dans le passé, les vignobles à forte pente ont été implantés afin d'optimiser l'équilibre énergétique et maximiser l'interception des radiations solaires. Dans un contexte de changement climatique, la hausse de température aura un impact plus immédiat et aggravera la situation. La Figure 2 illustre à travers différents modèles de climat, les effets qui seront induits à l'échelle de la région.

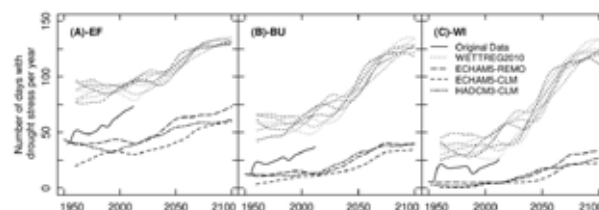


Figure 2 : Moyenne de 30 années de somme annuelle de jours de stress hydrique pour 3 vignobles (EF, BU, WI) calculée à partir du modèle du bilan hydrique du sol, de relevés de température et de projections réalisées à partir de modèles climatiques régionaux. Les jours de sécheresse ont été définis comme des jours où le potentiel hydrique foliaire de base atteignait -0.6 Mpa (d'après Hofmann *et al.*, 2014.)

Conclusion

Le changement climatique représente un enjeu sérieux pour toutes les régions viticoles du monde. Ces enjeux sont spécifiques à chaque région et peuvent uniquement être affrontés en prenant en compte à la fois les caractéristiques régionales et le type de vin produit (ou à produire).

Références

Bindi, M., Fibbi, L., Zozzini, B., Orlandini, S. and Seghi, L. 1996. The effect of elevated CO₂ concentration on grapevine growth under field conditions. *Acta Hort.* 427:325-330.

Bindi, M., Fibbi, L. and Miglietta, F. 2001. Free Air CO₂ Enrichment (FACE) of grapevine (*Vitis vinifera* L.): II. Growth and quality of grape and wine in response to elevated CO₂ concentrations. *Eur. J. Agron.* 14:145-155.

Bindi, M., Fibbi, L. 2000. Modelling climate change impacts at the site scale on grapevine. In: Downing, T.E., Harrison, P.A., Butterfield, R.E., Lonsdale K.G. (eds.) *Climate change,*

- climatic variability and agriculture in Europe: an integrated assessment. Research report no. 21, Environmental Change Institute, University of Oxford, 117-134.
- Ehleringer, J.R., Cerling, T.E. 1995. Atmospheric CO₂ and the ratio of intercellular to ambient CO₂ concentrations in plants. *Tree Physiol.* 15, 105-111.
- Griffin, K.L. and Seeman, J.R. 1996. Plants, CO₂ and photosynthesis in the 21st century. *Chemistry and Biology* 3:245-254.
- Hofmann, M., Lux, R., Schultz, H.R. 2014. Constructing a framework for risk analyses of climate change effects on the water budget of differently sloped vineyards with a numeric simulation using the Monte Carlo method coupled to a water balance model. *Frontiers in Plant Science* 5 (645) 1-22.
- Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., Maskel, K. and Johnson, C.A. 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Hulme, M., Barrow, E.M., Arnell, N., Harrison, P.A., Downing, T.E. and Johns, T.C. 1999. Relative impacts of human-induced climate change and natural climate variability. *Nature* 397:688-691.
- GIIEC 2007. *Climate Change 2007: The Physical Basis. Summary for Policymakers.* 21 p.
- GIIEC 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Eds. C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, L.L. White), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA,) pp. 1131.
- Jung, M., Reichstein, M., Ciais, P., Seneviratne, S.I., Sheffield, J., Goulden, M.L., Bonan, G., Cescatti, A., Chen, J., de Heu, R., Dolman, J.A., Eugster, W., Gerten, D., Gianelle, D., Gobron, N., Heinke, J., Kimball, J., Law, B.E., Mantagnini, L., Mu, Q., Mueller, B., Oleson, K., Richardson, A.D., Rouspard, O., Running, S., Temelleri, E., Viomy, N., Weber, U., Williams, C., Wood, E., Zaehle, S., Zhang, K. 2010: Recent decline in the global land evapotranspiration trend due to limited moisture supply. *Nature* 467: 951-954.
- Jones, G.V. 2006. *Climate change and wine : Observations, impacts and future implications.* Wine Industry Journal, Vol. 21, 4: 21-36.
- Long, S.P., Ainsworth, E.A., Rogers, A. and Ort, D.R. 2004. Rising atmospheric carbon dioxide: plants FACE the future. *Ann. Rev. Plant Biol.* 55:591-628.
- Maigre, D., Aerny, J., Murisier, F. 1995. Entretien des sols viticoles et qualité des vins de Chasselas: influence de l'enherbement permanent et de la fumure azotée. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 27: 237-251.
- Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barnola, J., Basile, I., Bender M., Chappelaz, J., Davis, M., Delaygue, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V., Legrand, M., Lipenkov, V., Lorius, C., Pepin, L., Pitz, C., Saltzman, E., Stievenard, M. 1999: Climatic and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature* 399, 429-436.
- Salazar-Parra, C., Aguirreolea, J., Sánchez-Díaz, M., Irigoyen, J.J., Morales, F. 2012: Photosynthetic response of Tempranillo grapevine to climate change scenarios. *Annals of Applied Biology* 161: 277-292.
- Schär, C., Vidale, P.L., Lüthi, D., Frei, C., Häberli, C., Liniger, M.A., Appenzeller, C. 2004 The rate of increasing temperature variability for European summer heat waves. *Nature*, 427: 332-336.
- Schultz, H.R. 2000. Climate change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Austral. J. GrapeWine Res.* 6:2-12.